

Дата публикации: 15.06.2024
DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_1
УДК 796.8;612

Publication date: 15.06.2024
DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_1
UDC 796.8;612

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА ПОСЛЕ ДОЗИРОВАННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Ф.А. Мавлиев¹, Н.В. Рылова², Д.К. Коровина¹, А.М. Ахатов¹, И.М. Галиев³

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Казань, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России, г. Москва, Россия

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты оценки влияния дозированной физической нагрузки на показатели композиционного состава тела, полученные с помощью биоимпедансного анализатора ABC-01 МЕДАСС. У 13 квалифицированных лыжников оценивался состав тела до и после выполнения беговой нагрузки, исследование проводилось дважды, с разницей в 2 дня. Таким образом, удалось установить, что наиболее динамичным компонентом в показателях биоимпедансометрии оказалась жировая масса, которая снизилась после выполнения физической нагрузки, что, вероятно, связано с перераспределением кровотока. Менее изменчивыми оказались параметры мышечной массы, воды, тощей и активной клеточной массы. Фазовый угол оставался неизменным.

Ключевые слова: физические нагрузки, биоимпедансный анализ, композиционный состав тела, жировая масса, мышечная масса.

CHANGES IN BIOIMPEDANCE ANALYSIS PARAMETERS AFTER GRADUATED EXERCISE

F.A. Mavliev¹, N.V. Rylova², D.K. Korovina¹, A.M. Akhatov¹, I.M. Galiev³

¹Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

²Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

³Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Abstract. The article presents the results of assessing the effect of graduated exercise on the body composition indices obtained with the help of the ABC-01 MEDASS bioimpedance analyzer. The body composition was assessed in 13 qualified skiers before and after running exercise, the study was performed twice, 2 days apart. It was found that the most dynamic component in bioimpedance parameters was fat mass, which decreased after exercise, associated with redistribution of blood flow. The parameters of muscle mass, fluid, lean and active cell mass were less variable. The phase angle remained unchanged.

Keywords: exercise, bioimpedance analysis, body composition, fat mass, muscle mass.

Введение. В спортивной практике важным является не только контроль веса, но и контроль состава тела. В связи с этим, любые манипуляции с весом тела спортсмена через диеты и различные режимы физической активности, как правило, сопровождаются объективными методами оценки состава тела, позволяющими определить эффективность диет и тренировок, которые не должны приводить к потере мышечной

массы [1-4]. Для качественного контроля массы часто используют различные системы биоимпедансного анализа, которые посредством регистрации сопротивления тканей организма электрическому току могут косвенно оценить содержание мышечной, жировой и прочих тканей в организме как в целом, так и в исследуемом участке тела [5]. В связи с этим, анализ состава тела и определение нормативных значений с учетом

вида спорта является актуальным направлением в исследованиях спортивной науки, особенно в видах спорта, где вес тела и его качественных состав является важным фактором, определяющим спортивную успешность [6]. Приборы, основанные на данном методе, являются удобными инструментами, но не лишены недостатков [7-8]. Они связаны с тем, что различные диетические манипуляции и/или физические упражнения могут менять гидратацию организма, а также способствовать перераспределению жидкостей, например повышение кровенаполнения мышц сразу после физических нагрузок, их отек после тяжелых тренировок с превалированием эксцентрических режимов мышечных сокращений, снижение содержания гликогена, а вслед за этим и воды в организме при низкоуглеводных диетах и т.д. Так как в основе расчетов данных систем лежит положение, согласно которому изменение содержания воды в тканях определяет степень ее сопротивления току, и чем больше содержание воды, тем меньше сопротивление, все расчеты композиционных компонентов тела могут быть искажены из-за изменения количества и/или перераспределения воды в организме. Поэтому для большей точности при измерениях необходимо соблюдение ряда рекомендаций, связанных с приемом пищи, физическими нагрузками и гидратацией организма. В связи с этим возникает вопрос: насколько физические нагрузки (ФН) могут искажать данные за счет перераспределения жидкости, что часто наблюдается у спортсменов во время тренировок, соревнований и в дни отдыха? Особенно это заметно, если нагрузки носили скоростно-силовой или силовой характер, в выполнении которых присутствовал эксцентрический режим мышечного сокращения, так как процессы восстановления в мышцах после подобных нагрузок сочетают в себе воспаление и следующий за ним отек, что, естественно, вызывает повышенное в них содержание воды, а процессы восстановления могут занимать 7 и более дней [9]. Следовательно, в этот период любые измерения композиции

тела системами, использующими метод биоимпеданса, могут быть несколько искажены. Моделирование условий, при которых в мышцах происходит повышение кровотока, и, соответственно, содержание воды, может помочь определить те изменения биоимпеданса, которые можно будет наблюдать при мышечном недовосстановлении после тяжелых тренировок у спортсменов, которые измеряют состав тела во время специализированных тренировочных микроциклов с большим объемом и интенсивностью нагрузок («ударные» микроциклы). Все измерения, выполненные в этих условиях, могут исказить объективные показатели биоимпедансометрии, которые можно получить лишь при полном восстановлении спортсмена после тренировочных нагрузок.

Цель исследования – оценка влияния дозированной физической нагрузки на показатели биоимпедансометрии.

Методы и организация исследования.

Были исследованы 13 спортсменов-лыжников, средний возраст которых составил $25,7 \pm 4$ лет, вес – $73,7 \pm 6,5$, а рост – $179,6 \pm 6,5$ см. Все спортсмены имели разряд кандидат в мастера спорта и выше. Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами Хельсинской декларации. Участники были проинформированы о ходе тестирования и дали добровольное согласие.

С помощью системы биоимпедансного анализа состава тела ABC-01 МЕДАСС фиксировались абсолютные и относительные показатели жировой (кг, %) и безжировой массы тела (кг, %), скелетно-мышечная масса (СММ, кг, %), общая, внеклеточная и внутриклеточная жидкость организма (кг), а также рассчитывался фазовый угол (°). Регистрация показателей осуществлялась до и после дозированной ФН.

Для создания дозированной ФН был использован протокол с беговой нагрузкой, выполняемый до отказа: двухминутная разминка, тестовая нагрузка с динамикой возрастания 1 км/ч в минуту, начиная с 7 км/ч. В конце проводилась двухминутная

заминка. Тестовый стенд представлял собой тредбан Cosmos Quasar. Исследование проводилось дважды с разницей в 2 дня. В работе рассматривались лишь те изменения, которые были отмечены в ходе любого из двух измерений (срезов).

Данные, полученные в ходе тестирования, были обработаны в программе IBM SPSS 20. Для оценки статистической значимости связанных выборок использовался критерий Вилкоксона. Все данные представлены в виде средних значений и стандартных отклонений.

Результаты исследования и их обсуждение. Изменения в показателе состава тела, отмеченные в ответ на дозированную нагрузку, наблюдались как в абсолютных, так и в относительных параметрах. При этом они носили неоднозначный характер – не всегда использованная физическая нагрузка вызвала статистически значимые изменения, и обнаруженные изменения были разнонаправленными. Такая неоднозначность наблюдалась практически по всем

фиксируемым показателям. Например, в ходе второго исследования отмечалось значимое снижение массы жира у испытуемых в среднем на 21% или 2,2 килограмма ($p < 0,05$), чего нельзя добиться использованной в данной работе краткосрочной физической нагрузкой, для этого необходимы систематические занятия [10]. Например, если соотнести калорийность потраченного жира и затраты энергии в беге, то объем «потерянного» жира может быть следствием пробегания 160-180 км, что при комфортной скорости 10 км/ч может занять 18 часов. Следовательно, данное изменение содержания жира, по всей видимости, является следствием влияния нагрузки на перераспределение кровотока к рабочим мышцам, и, как следствие – снижением оцениваемого жира как в абсолютных значениях, так и в процентном содержании. Отмечается снижение процента жира в исследуемой группе с $14,6 \pm 2,9\%$ до нагрузки до $10,9 \pm 4\%$ после нагрузки (рис.).

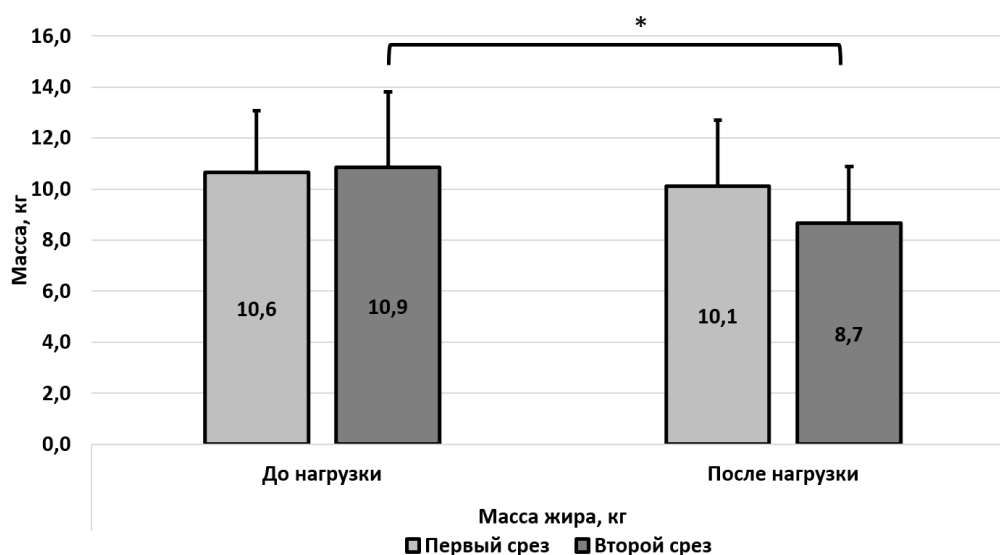


Рис. Изменение содержания массы жира до и после дозированной физической нагрузки в первом и во втором срезах исследования

Показатели мышечной массы (как абсолютные значения, так и процент мышц), наоборот, повысились – с $33,7 \pm 3,2$ кг до $35 \pm 3,5$ кг или с $54,9 \pm 0,9\%$ до $56 \pm 1,5\%$. Данные изменения, как и изменения жировой массы, не могут быть следствием

гипертрофии в результате физической нагрузки, что, во-первых, требует больше времени, и во-вторых, происходит, как правило, в ответ на более высокоинтенсивные нагрузки или на нагрузки силового характера.

Показатель фазового угла не имел статистически значимых отличий до и после нагрузки: в ходе первого замера значения до нагрузки равнялись $7,8 \pm 0,7^\circ$, а после – $7,7 \pm 0,7^\circ$; так же, как и в ходе второго замера: до нагрузки $8,1 \pm 0,7^\circ$ и после – $8 \pm 0,7^\circ$ ($p > 0,05$).

Динамика показателей общей, внеклеточной и внутриклеточной жидкости до и после физической нагрузки была различной. Так, общая и внутриклеточная жидкости имели небольшие, но статистически значимые отличия: общая жидкость повысилась с $44,9 \pm 4,1$ кг до $45,8 \pm 4,6$ кг ($p = 0,036$), а внутриклеточная жидкость – с $17,4 \pm 1,8$ кг до $17,9 \pm 1,9$ кг ($p < 0,001$). Показатель внеклеточной жидкости после нагрузки повысился незначительно – с $27,5 \pm 2,6$ кг до $27,9 \pm 2,8$ кг ($p = 0,025$), так же, как и показатель активной

клеточной массы – с $38,4 \pm 3,1$ кг до $39 \pm 3,3$ кг ($p = 0,028$) и тощей массы – с $61,4 \pm 5,6$ кг до $62,6 \pm 6,2$ кг ($p = 0,036$).

Заключение. Наиболее изменчивым показателем состава тела, получаемого в результате биоимпедансного анализа, после физической нагрузки, оказался показатель жировой массы, который снизился на 20% ($p < 0,05$), а менее изменчивыми являлись показатели мышечной массы (увеличение на 3,9%, $p < 0,05$), общей (увеличение на 2%, $p < 0,05$) и внутриклеточной (увеличение на 2,9%, $p < 0,05$) жидкости, а также показатели активной клеточной массы (увеличение 1,5%, $p < 0,05$) и тощей мышечной массы (увеличение 1,7%, $p < 0,05$). Показатели фазового угла оставались постоянными и отмеченные изменения не носили статистически значимый характер.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хафизова, Г. Н. Современные аспекты изучения состава тела человека / Г. Н. Хафизова, Н. В. Рылова, А. С. Самойлов // Наука и спорт: современные тенденции. – 2013. – № 1. – С. 134-141. [In English] Khafizova G.N., Rylova N.V., Samojlov A.S. Contemporary issues of the study the human body composition. *Science and sport: current trends*, 2013, no. 1, pp. 134-141. (in Russ.)
2. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission / Ackland T. R., Lohman T. G., Sundgot-Borgen J. [et al] // *Sports Med.* – 2012. – № 42(3). – P. 227-49. DOI: 10.2165/11597140-000000000-000000000.
3. Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis / Campa F., Toselli S., Mazzilli M. [et al] // *Nutrients* – 2021. – Vol. 13(5). – P. 1620. DOI: 10.3390/nu13051620.
4. Sonksen, P. Determination and regulation of body composition in elite athletes / P. Sonksen // *Br J Sports Med.* – 2018. – № 52(4). – P. 219-229. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096742.
5. Николаев, Д. В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д. В. Николаев, А. В. Смирнов, И. Г. Бобринская, С. Г. Руднев. – Москва: Наука, 2009. – 392 с. [In English] Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedance analysis of human body composition. Moscow: Nauka, 2009. 392 p. (in Russ.)
6. Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes / Santos D. A., Dawson J. A., Matias C. N. [et al] // *PLOS ONE* – 2014. – № 9(5). DOI: 10.1371/journal.pone.0097846.
7. Mialich, M. S. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis / M. S. Mialich, J. M. Faccioli Sicchieri, A. A. J. Jordao // *International Journal of Clinical Nutrition* – 2014. – № 1(2). – P. 1-10. DOI: 10.12691/IJCN-2-1-1.
8. Ward, L. C. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation / L. C. Ward // *Eur J Clin Nutr.* – 2019. – № 73(2). – P. 194-199. DOI: 10.1038/s41430-018-0335-3.
9. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise / J. M. Peake, O. Neubauer, P. A. Della Gatta, K. Nosaka // *J Appl Physiol* (1985) – 2017. – № 122(3). – P. 559-570. DOI: 10.1152/japophysiol.00971.2016.

10. Weight-loss outcomes: a systematic review and meta-analysis of weight-loss clinical trials with a minimum 1-year follow-up / Franz M. J., Van Wormer J. J., Crain A. L. [et al] // J Am Diet Assoc. – 2007. – Vol. 107(10). – P. 1755-1767. DOI: 10.1016/j.jada.2007.07.017.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Фанис Азгатович Мавлиев – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры медико-биологических дисциплин, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: fanis16rus@mail.ru.

Наталья Владимировна Рылова – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивной нутрициологии Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, Москва, e-mail: rilovanv@mail.ru.

Дарья Константиновна Коровина – студент 3 курса, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: darya.korovina.04@bk.ru.

Азат Мунирович Ахатов – кандидат педагогических наук, профессор кафедры теории и методики единоборств, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: Azatachatov2@yandex.ru.

Ильнар Марселевич Галиев – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной компьютерной графики и автоматизированного проектирования, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, e-mail: galei1@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Fanis A. Mavliev – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: fanis16rus@mail.ru.

Natal'ya V. Rylova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Laboratory of Sports Nutritionology, Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, e-mail: rilovanv@mail.ru.

Dar'ya K. Korovina – 3rd Year Student, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: darya.korovina.04@bk.ru.

Azat M. Akhatov – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Theory and Methods of Martial Arts, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: Azatachatov2@yandex.ru.

Ilnar M. Galiev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engineering Computer Graphics and Computer Aided Design, Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: galei1@mail.ru.

Для цитирования: Динамика показателей биоимпедансного анализа после дозированной физической нагрузки / Мавлиев Ф. А., Рылова Н. В., Коровина Д. К. [и др.] // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2024. – Т. 3. – № 2. DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_1

For citation: Mavliev F.A., Rylova N.V., Korovina D.K., Akhatov A.M., Galiev I.M. Changes in bioimpedance analysis parameters after graduated exercise. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2024, vol. 3, no. 2. DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_1

Publication date: 15.06.2024
DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_1
UDC 796.8; 612

CHANGES IN BIOIMPEDANCE ANALYSIS PARAMETERS AFTER GRADUATED EXERCISE

F.A. Mavliev¹, N.V. Rylova², D.K. Korovina¹, A.M. Akhatov¹, I.M. Galiev³

¹Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

²Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

³Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Abstract. The article presents the results of assessing the effect of graduated exercise on the body composition indices obtained with the help of the ABC-01 MEDASS bioimpedance analyzer. The body composition was assessed in 13 qualified skiers before and after running exercise, the study was performed twice, 2 days apart. It was found that the most dynamic component in bioimpedance parameters was fat mass, which decreased after exercise, associated with redistribution of blood flow. The parameters of muscle mass, fluid, lean and active cell mass were less variable. The phase angle remained unchanged.

Keywords: exercise, bioimpedance analysis, body composition, fat mass, muscle mass.

Introduction. In sports practice, both weight control and body composition control are important. In this regard, any manipulation of an athlete's weight through diets or physical activity of various intensity are usually accompanied by objective ways of body composition assessment to identify the effectiveness of diets and training, which should not lead to loss of muscle mass [1-4]. For proper control of weight scientists often use different bioimpedance analysis systems, which, by recording the resistance of body tissues to electrical current, can indirectly assess the content of muscle, fat and other tissues in the whole body and in the studied area of the body [5]. Therefore, body composition analysis and definition of standard values, considering the type of sport, are relevant in sports science, especially in sports where weight and body composition are the important factors that define athletic success [6]. Instruments based on this method are convenient tools, but they still have disadvantages [7-8]. They are related to the fact that different dietary manipulations and/or exercise can change the hydration of the body and also contribute to the redistribution of fluids, e.g. increased muscle blood flow immediately after exercise, muscle edema after heavy exercise with prevalence of eccentric modes of muscle contraction, decreased glycogen content and consequently body water in low-carbohydrate diets, etc.

Since these calculations are based on the concept that changes in tissue water content define the degree of its resistance to current, and the more is the water content the lower the resistance, all calculations of body composition may be distorted due to alterations in the amount and/or distribution of water in the body. Therefore, a number of recommendations on food intake, physical exercise and body hydration should be taken into account for more accurate measurements. This raises the question of the extent to which physical exercise can distort data through fluid redistribution, which is often observed in athletes during training, competition, and days off. It is especially noticeable when the loads are of speed-strength or strength nature, in the performance of which an eccentric mode of muscle contraction is involved, since the muscle recovery processes after such loads combine inflammation and subsequent edema, which naturally causes an increased water content, and recovery processes may take 7 and more days [9]. Therefore, during this period measurements in body composition with the bioimpedance systems may be somewhat distorted. Modeling the conditions, under which muscle blood flow and, consequently, water content are increased may help to determine the bioimpedance changes that would be observed in muscle under-recovery after intense training in athletes, who

measure body composition during specialized training microcycles with high volume and intensity of loads (shock microcycles). All measurements made in these conditions may distort objective bioimpedance indices, which can only be obtained when an athlete fully recovers from training loads.

Aim of the study – to evaluate the effect of graduated exercise on bioimpedance indices.

Methods and organization. The study included 13 skiers, whose average age was 25.7 ± 4 years, weight – 73.7 ± 6.5 kg, height – 179.6 ± 6.5 cm. All athletes were Candidates for Master of Sports and higher. The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. All participants were informed of the procedure and gave voluntary consent.

Using the ABC-01 MEDASS analyzer, we registered absolute and relative indices of fat (kg, %) and lean body mass (kg, %), skeletal muscle mass (SMM, kg, %), total, extracellular and intracellular body fluid (kg), as well as phase angle ($^{\circ}$). Registration of these indices was done before and after graduated exercise.

A protocol with a running load performed to failure was used to create graduated exercise: a two-minute warm-up, a test exercise with an increasing dynamic of 1 km/h per minute, starting at 7 km/h. At the end a two-minute hitch was performed. The Cosmos Quasar running machine was used as a test bed. The study was conducted twice, 2 days apart. Only those changes that were observed during any of

the two measurements (sections) were considered.

The data obtained were processed in IBM SPSS 20. To evaluate statistical significance of linked samples, we used the Wilcoxon's signed-rank test. All data are presented in a form of mean values and standard deviations.

Results and discussion. Changes in body composition found as a response to graduated exercise was shown in both absolute and relative parameters. At the same time, the data were ambiguous – not always the applied physical load caused statistically significant changes, and the detected changes were multi-directional. Such ambiguity was found in almost all studied indices. For example, in the second study there was a significant reduction in fat mass in the participants by an average of 21% or 2.2 kg ($p < 0.05$), which cannot be achieved by the short-term exercise used in this study, systematic exercise is required instead [10]. Thus, if we compare calorie content of fat lost and energy spent in running, then the volume of the fat lost could be the result of running 160-180 km/h, which at a comfortable speed of 10 km/h could take 18 hours to complete. Therefore, such changes in fat content appear to be the result of the effect of exercise on blood flow redistribution to the working muscles and, as a consequence, a decrease in the estimated fat, both in absolute values and in percentage: there is a decrease in the percentage of fat in the study group from $14.6 \pm 2.9\%$ before exercise to $10.9 \pm 4\%$ after exercise (fig.).

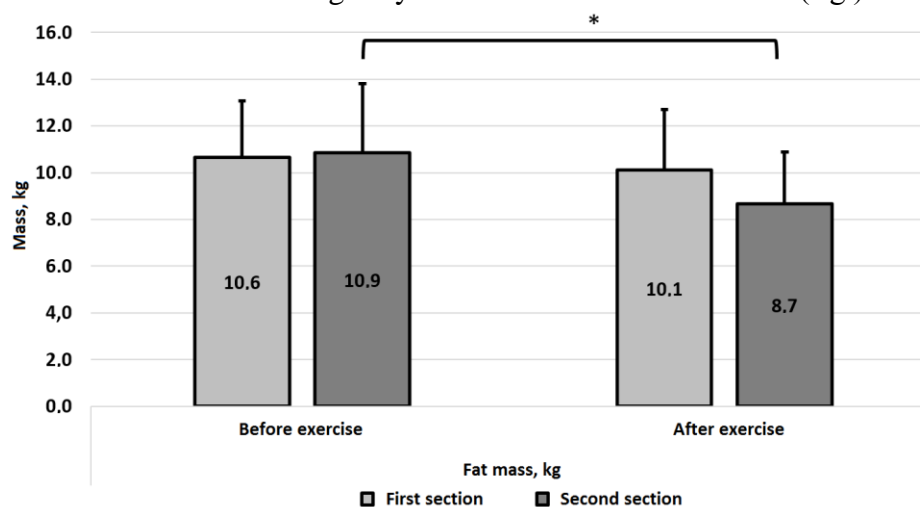


Fig. Changes in fat mass content before and after graduated exercise in the first and second sections of the study

On the contrary, the muscle mass indices (both absolute values and muscle percentage) increased from 33.7±3.2 kg to 35±3.5 kg (54.9±0.9% to 56±1.5%). Such changes, as well as the fat mass ones, cannot be due to hypertrophy as a result of exercise, which, firstly, requires more time and, secondly, occurs usually as a response to exercise with higher intensity or strength exercise.

The phase angle did not have statistically significant differences before and after exercise: in the first measurement, the value before exercises amounted to 7.8±0.7°, after – 7.7±0.7°; in the second measurement, before exercise – 8.1±0.7°, after – 8±0.7° (p>0.05).

Changes in the indices of total, extracellular and intercellular fluid were different before and after exercise. For example, total and intercellular fluids had small but statistically significant differences: total fluid increased

from 44.9±4.1 kg to 45.8±4.6 kg (p=0.036), intercellular fluid – from 17.4±1.8 kg to 17.9±1.9 kg (p<0.001). Extracellular fluid increased insignificantly after exercise – from 27.5±2.6 l to 27.9±2.8 kg (p=0.025), as well as active cell mass – from 38.4±3.1 kg to 39±3.3 kg (p=0.028) and lean mass – from 61.4±5.6 kg to 62.6±6.2 kg (p=0.036).

Conclusion. The most dynamic body composition index, obtained as a result of bioimpedance analysis after exercise, was fat mass, which decreased by 20% (p<0.05), and less ones were muscle mass (increase by 3, 9%, p<0.05), total (increase by 2%, p<0.05) and intracellular (increase by 2.9%, p<0.05) fluid, as well as active cell mass (increase of 1.5%, p<0.05) and lean muscle mass (increase of 1.7%, p<0.05). The phase angle indices remained constant and the noted changes were not statistically significant.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Khafizova G.N., Rylova N.V., Samojlov A.S. Contemporary issues of the study the human body composition. *Science and sport: current trends*, 2013, no. 1, pp. 134-141. (in Russ.)
2. Ackland T.R., Lohman T.G., Sundgot-Borgen J., Maughan R.J., Meyer N.L., Stewart A.D., Müller W. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Med*, 2012, no. 42(3), pp. 227-249. DOI: 10.2165/11597140-000000000-000000000.
3. Campa F., Toselli S., Mazzilli M., Gobbo L.A., Coratella G. Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. *Nutrients*, 2021, vol. 13(5), p. 1620. DOI: 10.3390/nu13051620.
4. Sonksen P. Determination and regulation of body composition in elite athletes. *Br J Sports Med*, 2018, no. 52(4), pp. 219-229. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096742.
5. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedance analysis of human body composition. Moscow: Nauka, 2009. 392 p. (in Russ.)
6. Santos D.A., Dawson J.A., Matias C.N. Rocha P.M., Minderico C.S., Allison D.B., Sardinha L.B., Silva A.M. Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLOS ONE*, 2014, no. 9(5). DOI: 10.1371/journal.pone.0097846.
7. Mialich M.S., Faccioli Sicchieri J.M., Jordao J A.A. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Clinical Nutrition*, 2014, no. 1(2), pp. 1-10. DOI: 10.12691/IJCN-2-1-1.
8. Ward L.C. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardization. *Eur J Clin Nutr*, 2019, no. 73(2), pp. 194-199. DOI: 10.1038/s41430-018-0335-3.
9. Peake J.M., Neubauer O., Della Gatta P.A., Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J Appl Physiol (1985)*, 2017, no. 122(3), pp. 559-570. DOI: 10.1152/jap-physiol.00971.2016.
10. Franz M.J., Van Wormer J.J., Crain A.L., Boucher J.L., Histon T., Caplan W., Bowman J.D., Pronk N.P. Weight-loss outcomes: a systematic review and meta-analysis of weight-loss clinical trials with a minimum 1-year follow-up. *J Am Diet Assoc*, 2007, vol. 107(10), pp. 1755-1767. DOI: 10.1016/j.jada.2007.07.017.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Fanis A. Mavliev – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: fanis16rus@mail.ru.

Natal'ya V. Rylova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Laboratory of Sports Nutritionology, Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, e-mail: rilo-vanv@mail.ru.

Dar'ya K. Korovina – 3rd Year Student, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: darya.korovina.04@bk.ru.

Azat M. Akhatov – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Theory and Methods of Martial Arts, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: Azatachatov2@yandex.ru.

Il'nar M. Galiev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engineering Computer Graphics and Computer Aided Design, Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: galei1@mail.ru.

For citation: Mavliev F.A., Rylova N.V., Korovina D.K., Akhatov A.M., Galiev I.M. Changes in bioimpedance analysis parameters after graduated exercise. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2024, vol. 3, no. 2. DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_02_1